Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Journal of Crop Breeding Vol. 16, Issue 3, 2024 p: 104-113

OPEN ACCESS

Research Paper

Evaluation of Resistance to Root Aphid in some Sugar Beet Cultivars and its Effect on their Quantitative and Qualitative Yields

Heydar Azizi[1], Esmaiel Alizadeh[2], Valiollah Yousefabadi[3] and Hamed Mansouri[4]

1- Sugar Beet Research Department, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Urmia, Iran, (Corresponding Author: heydar.azizi@gmail.com)
2- Plant Protection Research Department, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Urmia, Iran
3- Sugar Beet Seed Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
4- Sugar Beet Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Hamedan, Iran

Accepted: 27 February, 2024 Received: 9 May, 2024

Extended Abstract

Background: About 30% of the world's sugar needs are provided by sugar beet and sugar cane. Many biotic factors, such as pests, diseases, and weeds, decrease production and damage sugar beet fields. To bring sugar beet production to its real potential and maintain it at this level, it is necessary to identify biotic stress-causing factors, determine their individual role in reducing the yield, and investigate their management and control methods. One of the pests of sugar beet is the root aphid that settles on the secondary roots and causes dwarfism and wilting of the plants by feeding on plant sap. It also causes a decrease in root weight and a 30-36% decrease in sugar content. Due to the special conditions of the aphid's life under the soil, the effect of the aphid's white wax secretions on soil non-wetting by the poison solution, and the lack of a suitable systemic poison, the use of chemical poisons in the form of soil-water is not recommended in controlling this pest. Therefore, the most effective method for managing this pest in sugar beet fields is to use resistant and tolerant cultivars. Therefore, this research aimed to evaluate the resistance of domestic and foreign cultivars to this type of aphid. This study also investigates the effect of this pest on their quantitative and qualitative yields to use them or their ancestors in future breeding programs to produce resistant cultivars.

Methods: The resistance to root aphid of eight sugar beet cultivars (Asia, Arta, Dena, Shokoofa, biopolymerized Shokoofa, Nika, Palma, and BTS505) and the effect of this pest on their quantitative and qualitative yields were evaluated in a pilot experiment based on a randomized complete block design with four replications in the West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center, agricultural education center of Miandoab city, in 2023 crop season. To this aim, sugar beet root aphid was sampled by harvesting 20 sugar beet roots (four replicates per cultivar) in the middle of September. The samples were grouped into four resistant, semi-resistant (tolerant), sensitive, and very sensitive groups based on the percentage of sugar beet roots infected with aphids. Traits related to quantitative and qualitative yields were also measured after harvesting.

Results: The results of the analysis of variance showed that the effect of the cultivar was significant on all measured traits ($p \geq 0.01$). The highest and lowest values of the genotypic and phenotypic coefficients of variation belonged to the percentage of aphid-infected roots (46.52% and 46.73%, respectively) and the sugar extraction coefficient (4.55% and 4.69%, respectively). Based on the results from mean comparisons for the cultivars, the highest and lowest values of the root yield trait was measured in BTS505 and Palma foreign cultivars with 82.35 and 62.81 $t.ha^{-1}$, respectively, which were placed in two statistical groups. However, the average root yield of the Palma cultivar with the lowest root yield was not significantly different from the Shokoofa cultivar (64.41 $t.ha^{-1}$). The highest sugar content trait belonged to the BTS505 foreign cultivar (16.86%), and the lowest values were obtained for the Palma foreign cultivar and the Shokoofa domestic cultivar (12.65 and 13.01%, respectively). No significant differences were observed between the domestic and foreign cultivars in the averages of the root yield trait (69.56 and 72.58 $t.ha^{-1}$, respectively) and sugar content (14.25 and 14.75%, respectively). This indicates the genetic progress of the newly introduced domestic hybrid cultivars in terms of these two important traits that influence the final yield of sugar. In terms of the percentage of aphid-infected roots, the

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-19]

[DOI: 10.61186/jcb.16.3.104]

Copyright ©2024 Azizi et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License which allows users to read, copy, distribute and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

studied cultivars were placed in three statistical groups. As such, BTS505 and Asia cultivars with the lowest infection percentage were in the first group (as resistant cultivars), Arta, Dena, biopolymerized Shokoofa, and Nika cultivars with moderate levels of infection were assigned to the second group (as semi-resistant or tolerant cultivars), and two cultivars, Palma and Shokoofa, were placed in the third group as sensitive cultivars.

Conclusion: The use of chemical pesticides to control this pest should be reduced due to environmental, health, and economic considerations. On the other hand, the improper efficiency of many available pesticides necessitates the use of resistant and tolerant varieties of sugar beet to this pest (BTS505 and Asia as resistant cultivars) as the main management solution. Due to their genetic resistance to rhizomania and nematode diseases, they can be used for cultivation in many beet-growing areas of Iran. However, it is suggested to compare more different cultivars to be examined and evaluated in different years and places with different climatic conditions, which can finally be recommended with more confidence.

Keywords: Aphid, Domestic and foreign cultivars, Quantitative and qualitative yields, Resistance, Sugar beet

How to Cite This Article: Azizi, H., Alizadeh, E., Yousefabadi, V., & Mansouri, H. (2024). Evaluation of Resistance to Root Aphid of Some Different Sugar Beet Cultivars and its Effect on their Quantitative and Qualitative Yield. *J Crop Breed,* 16(3), 104-113. DOI: 10.61186/jcb.16.3.104

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-19]

[DOI: 10.61186/jcb.16.3.104]

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

مقاله پژوهشی

ارزیابی مقاومت به شته ریشه برخی ارقام مختلف چغندرقند و تأثیر آن بر عملکرد کمی و کیفی آنها

حیدر عزیزی[۱]، اسماعیل علیزاده[۲]، ولی‌اله یوسف‌آبادی[۳] و حامد منصوری[۴]

۱- بخش تحقیقات چغندرقند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران، (نویسنده مسوول: heydar.azizi@gmail.com)

۲- بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

۳- مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۴- بخش تحقیقات چغندرقند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰

صفحه: ۱۰۴ تا ۱۱۳

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: حدود ۳۰ درصد شکر مورد نیاز جهان، توسط زراعت چغندرقند و مابقی آن از نیشکر تأمین می‌گردد. عوامل زنده متعددی از جمله آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز موجب کاهش تولید و بروز خسارت در مزارع چغندرقند می‌گردند. برای رساندن تولید زراعت چغندرقند به پتانسیل واقعی خود و حفظ آن در این سطح، ضرورت دارد تا ضمن شناسایی عوامل تنش‌زای زنده، نقش هریک از آن‌ها در کاهش محصول تعیین و روش‌های مدیریت و کنترل آن‌ها بررسی و مشخص شوند. از جمله آفات چغندرقند، شته ریشه می‌باشد که بر روی ریشه‌های فرعی مستقر شده و با تغذیه از شیره گیاهی موجب کوتولگی و پژمردگی بوته‌ها و همچنین موجب کاهش وزن ریشه و کاهش ۳۰-۳۶ درصد عیار قند (درصد قند ناخالص) می‌شود. به‌دلیل شرایط خاص زندگی شته در زیر خاک و تأثیر ترشحات سفید مومی شته بر عدم خیساندن خاک توسط محلول سم و همچنین به‌دلیل عدم وجود یک سم سیستمیک مناسب، استفاده از سموم شیمیایی به‌صورت خاک‌آب در کنترل این آفت توصیه نمی‌شود و بنابراین کاراترین روش مدیریت این آفت در مزارع چغندرقند، استفاده از ارقام مقاوم و متحمل می‌باشد. بنابراین این پژوهش با هدف ارزیابی مقاومت ارقام مختلف داخلی و خارجی به این نوع شته و بررسی تأثیر این آفت بر عملکرد کمی و کیفی آن‌ها انجام گرفت که در آینده بتوان از آن‌ها و یا اجدادشان در برنامه‌های مختلف به‌نژادی تولید ارقام مقاوم استفاده نمود.

مواد و روش‌ها: به‌منظور ارزیابی مقاومت به شته ریشه، هشت رقم مختلف چغندرقند (شامل ارقام ایرانی آسیا، آرتا، دنا، شکوفا، شکوفای بیوپلیمر شده، نیکا و ارقام خارجی Palma و BTS505) و تأثیر این آفت بر عملکرد کمی و کیفی آن‌ها، آزمایشی به‌صورت پایلوت و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ۱۴۰۲ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، مرکز آموزش کشاورزی شهرستان میاندوآب اجرا گردید. به‌منظور ارزیابی سطح مقاومت ارقام مورد ارزیابی، نمونه‌برداری از شته ریشه چغندرقند با خارج نمودن تعداد ۲۰ عدد ریشه چغندرقند (چهار تکرار از هر رقم) از خاک در اواسط شهریور ماه انجام گردید و نمونه‌ها براساس درصد ریشه‌های چغندرقند آلوده به شته به چهار گروه مقاوم، نیمه‌مقاوم (متحمل)، حساس و خیلی‌حساس گروه‌بندی شدند. همچنین بعد از برداشت، صفات مرتبط با عملکرد کمی و کیفی چغندرقند اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر کلیه صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد ($p\leq$۰/۰۱) معنی‌دار بود. همچنین بیشترین و کمترین مقدار ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی به‌ترتیب مربوط به صفات درصد ریشه‌های آلوده به شته (به‌ترتیب ۴۶/۵۲ و ۴۶/۷۳ درصد) و ضریب استحصال شکر (به‌ترتیب ۴/۵۵ و ۴/۶۹ درصد) بود. براساس نتایج حاصل از مقایسات میانگین ارقام، بیشترین و کمترین مقدار صفت عملکرد ریشه به‌ترتیب مربوط به رقم خارجی BTS505 و Palma به‌ترتیب با ۸۲/۳۵ و ۶۲/۸۱ تن در هکتار بود که در دو گروه مختلف آماری قرار گرفتند که البته اختلاف بین میانگین عملکرد ریشه رقم Palma با کمترین عملکرد ریشه با رقم داخلی شکوفا معمولی (۶۴/۴۱ تن در هکتار) معنی‌دار نبود. به‌لحاظ صفت درصد قند ناخالص (عیار قند)، بیشترین مقدار آن به رقم خارجی BTS505 (۱۶/۸۶ درصد) و کمترین آن به رقم خارجی Palma و رقم داخلی شکوفا معمولی (به‌ترتیب با ۱۲/۶۵ و ۱۳/۰۱ درصد) تعلق داشت. همچنین، اختلاف چندانی بین میانگین ارقام داخلی و خارجی به‌لحاظ صفات عملکرد ریشه (به‌ترتیب با ۶۹/۵۶ و ۷۲/۵۸ تن در هکتار) و درصد قند ناخالص (به‌ترتیب با ۱۴/۲۵ و ۱۴/۷۵ درصد) مشاهده نگردید که حاکی از پیشرفت ژنتیکی ارقام هیبرید جدید داخلی معرفی شده به‌لحاظ این دو صفت مهم و تأثیرگذار بر عملکرد نهایی قند می‌باشد. به‌لحاظ صفت درصد ریشه‌های آلوده به شته، ارقام مورد مطالعه در سه گروه مختلف آماری قرار گرفتند، به‌طوری‌که ارقام BTS505 و آسیا با کمترین درصد آلودگی در گروه اول (به‌عنوان ارقام مقاوم)، ارقام آرتا، دنا، شکوفا بیوپلیمر و نیکا با حد متوسط آلودگی در گروه دوم (به‌عنوان ارقام نیمه‌مقاوم یا متحمل) و دو رقم Palma و شکوفا معمولی به‌عنوان ارقام حساس در گروه سوم قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری: با توجه به ملاحظات زیست‌محیطی، بهداشتی و اقتصادی در جهت کاهش مصرف سموم شیمیایی برای کنترل این آفت و از طرفی عدم کارایی مناسب بسیاری از سموم موجود در بازار، استفاده از ارقام مقاوم و متحمل چغندرقند به این آفت (دو رقم BTS505 و آسیا به‌عنوان ارقام مقاوم) می‌تواند به‌عنوان راهکار اصلی مدیریتی همواره مدنظر قرار گیرد و از طرفی با توجه به مقاومت ژنتیکی آن‌ها به بیماری‌های ریزومانیا و نماتد، می‌توانند برای کشت در بسیاری از مناطق چغندرکاری کشور مورد استفاده قرار گیرند. البته پیشنهاد می‌گردد ضمن مقایسه ارقام بیشتر و متنوع‌تر، این ارقام در سال‌ها و مکان‌های با شرایط اقلیمی متفاوتی نیز مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرند که در نهایت بتوان با اطمینان بیشتری نسبت به توصیه آن‌ها اقدام نمود.

واژه‌های کلیدی: ارقام داخلی و خارجی، چغندرقند، شته، عملکرد کمی و کیفی، مقاومت

مقدمه

چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) از جمله محصولاتی است که اهمیّت راهبردی روزافزونی را در بخش کشاورزی دارا می‌باشد. میزان تولید چغندرقند در جهان حدود ۲۶۱ میلیون تن با میانگین عملکرد ۶۰/۷۶ تن در هکتار برآورد شده است، که این میزان در کشور برابر با پنج میلیون تن با میانگین عملکرد ۵۵/۵۶ تن در هکتار می‌باشد (FAO, 2022). این میزان تولید در کشور معادل ۸/۸۱ درصد از کل میزان تولید محصولات زراعی و ۵۱/۸۵ درصد از کل میزان تولید محصولات صنعتی می‌باشد. استان‌های آذربایجان غربی و کرمان به‌ترتیب با ۲۳/۹۷ و ۰/۰۰۳ درصد از تولید کشور در جایگاه‌های نخست و آخر قرار دارند (Agricultural statistics, 2022). اهمیّت

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-19]

[DOI: 10.61186/jcb.16.3.104]

بالای مصرف قند به‌عنوان یکی از اقلام مهم در سبد کالای خانوارهای ایرانی از یک سو، تأمین بخش اعظمی از نیاز داخل از طریق واردات از سوی دیگر و همچنین کاهش عملکرد ناشی از تأثیر منفی انواع تنش‌های غیرزیستی (کم آبی، شوری و ...) و زیستی (آفات، بیماری‌ها و ...)، لزوم سرمایه‌گذاری در زمینه افزایش عملکرد کمیّ و کیفی چغندرقند از طریق روش‌های مختلف به‌زراعی و به‌نژادی را تبیین نموده و بنابراین در استقلال اقتصادی و سیاسی کشور، می‌تواند نقش بسیار مؤثری داشته باشد (Azizi *et al*., 2021).

حدود ۳۰ درصد شکر مورد نیاز جهان، توسط زراعت چغندرقند و مابقی آن از نیشکر تأمین می‌گردد. سازگاری زراعت چغندرقند به شرایط آب و هوایی متفاوت، امکان توسعه کشت آن در مناطق مختلف اقلیمی را فراهم نموده است. در طول دهه‌های اخیر اقدامات به‌نژادی روی این گیاه و ارائه ارقام با عملکرد بالا، زراعت چغندرقند را در بسیاری از کشورها جزو کشت‌های با توجیه اقتصادی مناسب نموده است. با وجود این عوامل زنده متعددی از جمله آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز موجب کاهش تولید و بروز خسارت در مزارع چغندرقند می‌گردند. برای رساندن تولید زراعت چغندرقند به پتانسیل واقعی خود و حفظ آن در این سطح، ضرورت دارد تا ضمن شناسایی عوامل تنش‌زای زنده، نقش هریک از آن‌ها در کاهش محصول تعیین و روش‌های مدیریت و کنترل آن‌ها بررسی و مشخص شوند (Pourrahim *et al*., 2016)

از جمله آفات چغندرقند، شته ریشه *P. foscicornis* (Homoptera: Pemphigidae) می‌باشد که بر روی ریشه‌های فرعی مستقر شده و با تغذیه از شیره گیاهی موجب کوتولگی و پژمردگی بوته‌ها می‌شوند. در آلودگی بالای ریشه چغندرقند به این آفت، ریشه‌های ثانویه از بین رفته و ریشه‌های اصلی پژمرده می‌شوند. علائم ظاهری بوته‌ها شبیه تنش خشکی بوده، به‌طوری‌که برگ‌ها زرد شده و در نهایت رشد بوته متوقف می‌شود. در آلودگی سنگین ممکن است تا بیش از ۶۰۰۰ شته روی هر ریشه دیده شود (Mohseni *et al*., 2010). شته ریشه موجب کاهش وزن ریشه و همچنین کاهش ۳۰-۳۶ درصد عیار قند (درصد قند ناخالص) می‌شود. در ایالات متحده آمریکا، استفاده از ارقام مقاوم برای مدیریت این آفت بسیار معمول می‌باشد (Anonymous, 2007; Frolov, 2007). این آفت تا چند سال پیش از اهمیت زیادی برخوردار نبود و گسترش آن محدود به برخی نقاط در کشور می‌شد. اما هم‌اکنون در اکثر مناطق چغندرکاری کشور از جمله آذربایجان غربی، خراسان رضوی، کرمانشاه و ... در فصول مختلف سال به‌صورت حشره کامل و پوره جمع‌آوری شده است. تا جایی‌که در سال‌های اخیر آلودگی مزارع چغندرقند به شته، همواره به‌عنوان یکی از معضلات اصلی تولید در این مناطق مطرح بوده است (Mohseni Amin, 2018). این آفت در ایران برای اولین بار در سال ۱۳۷۴ از اصفهان گزارش شد (Ahmadi *et al*., 1995).

در مطالعه‌ای که توسط ضرابی (Zarrabi, 2007) به‌منظور بررسی تأثیر شته *P. fuscicornis* بر عملکرد کمی و کیفی چغندرقند در شمال اصفهان انجام گرفت، نتایج نشان داد که در تراکم جمعیت آفت در مقیاس‌های آلودگی یک تا سه موجب کاهش معنی‌دار عیار قند نشد، اما در مقیاس چهار، خسارت اقتصادی بود. این در حالی بود که علی‌رغم سایر گزارشات، کاهش عملکرد محصول در هیچ‌یک از سطوح آلودگی معنی‌دار نبود. همچنین مقاومت به شته ریشه چغندرقند در نه ژنوتیپ مختلف تحت شرایط آزمایشگاهی توسط محسنی و همکاران (Mohseni *et al*., 2010) مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج بدست آمده، رقم سیمین ۱ در گروه خیلی حساس، ژنوتیپ BR_1 کرج در گروه حساس و دو رقم دزالیت و پلی‌راو در گروه ژنوتیپ‌های نیمه مقاوم به شته ریشه چغندرقند قرار گرفتند. نتایج حاصل از بررسی مقاومت ۱۲ ژنوتیپ چغندرقند به شته ریشه و ارزیابی تأثیر آن بر کاهش عیار قند رقم دوروتی نشان داد که از میان ۱۲ ژنوتیپ مورد آزمایش، لاین 19610 در گروه خیلی حساس، اتایپ A37.1 و سیمین ۲ در گروه حساس، ژنوتیپ‌های 19548، Jit13، Polyrave و اتایپ (O-Type) C2 در گروه نیمه‌مقاوم و دو رقم Chincko و Branco در گروه ارقام مقاوم به شته ریشه چغندرقند جای گرفتند. همچنین نتایج نشان داد که در شرایط زراعی، این آفت باعث کاهش معنی‌دار عیار قند در رقم دوروتی گردید (Mohseni Amin, 2018).

به‌دلیل شرایط خاص زندگی شته در زیر خاک و تأثیر ترشحات سفید مومی شته بر عدم خیساندن خاک توسط محلول سم و همچنین به‌دلیل عدم وجود یک سم سیستمیک مناسب، استفاده از سموم شیمیایی به‌صورت خاک‌آب در کنترل این آفت توصیه نمی‌شود و بنابراین کاراترین روش مدیریت این آفت در مزارع چغندرقند، استفاده از ارقام مقاوم و متحمل می‌باشد (Zarrabi, 2007). با توجه به بروز خشکسالی و کم‌آبی در مناطق مختلف چغندرکاری کشور و مخصوصاً استان آذربایجان غربی (دارای رتبه اول به‌لحاظ سطح زیر کشت و تولید در کشور)، امکان افزایش خسارت این آفت در آینده دور از تصور نیست. بنابراین این پژوهش با هدف ارزیابی مقاومت هشت رقم مختلف (شش رقم داخلی و دو رقم خارجی) به این نوع شته و بررسی تأثیر این آفت بر عملکرد کمی و کیفی آن‌ها انجام گرفت که در آینده، بتوان از آن‌ها و یا اجدادشان در برنامه‌های مختلف به‌نژادی تولید ارقام مقاوم استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی مقاومت به شته ریشه هشت رقم مختلف چغندرقند (شامل ارقام ایرانی آسیا، آرتا، دنا، شکوفای معمولی، شکوفای بیوپلیمر شده (استفاده از مواد بیوپلیمری در پوشش بذر)، نیکا و ارقام خارجی Palma و BTS505) (جدول ۱) و تأثیر این آفت بر عملکرد کمی و کیفی آن‌ها، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ۱۴۰۲ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، مرکز آموزش کشاورزی شهرستان میاندوآب (کیلومتر پنج جاده میاندوآب- مهاباد و در موقعیت جغرافیایی ۴۶ درجه و ۸۵ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه ۵۱ دقیقه عرض شمالی و با ارتفاع ۱۳۱۲ متری از سطح دریای آزاد) اجرا گردید.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-19]
[DOI: 10.61186/jcb.16.3.104]

جدول ۱- لیست ارقام مختلف چغندرقند مورد بررسی

Table 1. The list of different assessed sugarbeet cultivars

ردیف No.	رقم Cultivar	شرکت/ (تیپ) Co./Type	خصوصیت Characteristic	ردیف No.	رقم Cultivar	شرکت/ (تیپ) Co./Type	خصوصیت Characteristic
1	آسیا Asia	SBSI (N)	مقاوم به ریزومانیا و نماتد Resitant to rhizomania and nematode	5	شکوفا بیوپلیمر Biopolymer Shokoofa	SBSI (N)	مقاوم به ریزومانیا و نماتد Resitant to rhizomania and nematode
2	آرتا Arta	SBSI (N)	مقاوم به ریزومانیا و متحمل به نماتد Resitant to rhizomania and nematode	6	نیکا Nika	SBSI (N)	مقاوم به ریزومانیا و نماتد Resitant to rhizomania and nematode
3	دنا Dena	SBSI (Z)	مقاوم به ریزوکتونیا و ریزومانیا Resitant to rhizoctonia and rhizomania	7	Palma	Maribo Seed (NZ)	مقاوم به بولتینگ و سرکوسپورا Resitant to bolting and Cercospora
4	شکوفا Shokoofa	SBSI (N)	مقاوم به ریزومانیا و نماتد Resitant to rhizomania and nematode	8	BTS505	Betaseed (NZ)	مقاوم به ریزومانیا و نماتد Resitant to rhizomania and nematode

SBSI: مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند SBSI: Sugar Beet Seed Institute

N: محصول ریشه آن کمتر از نوع E است اما درصد قند آن بیشتر و حدود ۱۶ درصد است. دوره رشد آن حدود ۱۸۰-۲۱۰ روز می‌باشد.

N: Its root yield is less than type E, but its sugar content is higher and about 16%. Its growth period is about 180-210 days.

Z: متوسط وزن ریشه آن حدود ۶۰۰ گرم با قند حدود ۱۸- ۱۷ درصد است. دوره رشد آن حدود ۱۵۰ ـ ۱۸۰ روز است.

Z: The average weight of its root is about 600 grams with about 17-18% sugar. Its growth period is about 150-180 days.

NZ: خصوصیاتی شبیه تیپ N دارد اما درصد قند آن بیشتر می‌باشد.

NZ: It has characteristics similar to N type, but its sugar percentage is higher.

پس از آماده‌سازی زمین به‌روش مطلوب (شامل شخم، دیسک، تسطیح و کرت‌بندی)، کلیه ارقام در دهه اول فروردین ماه در قالب آزمایش پایلوت با کشت ۱۲ خط به‌طول ۲۰۰ متر از هر رقم، فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط ۱۸ سانتی‌متر مورد ارزیابی قرار گرفتند. در طول دوره رشد عملیات داشت (آبیاری، کوددهی، عملیات کولتیواسیون، مبارزه با علف‌های هرز، مبارزه با آفات و ...) براساس عرف منطقه و در حد نیاز محصول انجام شد. به‌منظور ارزیابی سطح مقاومت ارقام مورد ارزیابی، نمونه‌برداری از شته ریشه چغندرقند با خارج نمودن تعداد ۲۰ عدد ریشه چغندرقند (چهار تکرار از هر رقم) از خاک در اواسط شهریور ماه انجام گردید. ریشه‌های آلوده به شته ریشه براساس میزان آلودگی سطح ریشه چغندرقند به‌شرح ذیل (Campbell and Hatchiosn, 1995) رتبه‌بندی شدند.

جدول ۲- شاخص‌های استاندارد برای رتبه‌بندی ارقام به‌لحاظ میزان مقاومت به شته ریشه چغندرقند

Table 2. Standard indices for ranking cultivars in terms of resistance to sugar beet root aphid

خصوصیت Characteristic	رتبه موردنظر Rank	درصد ریشه‌های چغندرقند آلوده به شته The percentage of sugar beet roots infected with aphids
مقاوم Resistant	1	0-25
نیمه‌مقاوم (متحمل) Semi resistant (Tolerant)	2	25-50
حساس sensitive	3	50-75
خیلی‌حساس hypersensitive	4	75>

همچنین به‌منظور ارزیابی عملکرد کمی و کیفی ارقام، برداشت و توزین ریشه‌ها در نیمه‌دوم مهرماه صورت گرفت. در مرحله برداشت، از هر رقم به‌طور کاملاً تصادفی چهار تکرار برداشت و عملکرد ریشه (RY) برای هر رقم بر حسب تن در هکتار تبدیل شد. به‌منظور خمیرگیری، از محصول هر کرت، تعداد ۴۰ عدد ریشه به‌طور تصادفی به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. ریشه‌ها شستشو و توزین شده، خمیر (پلپ) در آزمایشگاه تهیه و بعد از انجماد برای تجزیه‌های آزمایشگاهی و تعیین صفات درصد قند ناخالص، ناخالصی‌های ریشه شامل میزان نیتروژن مضره، سدیم و پتاسیم به آزمایشگاه تکنولوژی قند مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند (واقع در کرج) ارسال شد. در آزمایشگاه، درصد قند ناخالص (SC) به‌روش پلاریمتری (بر حسب گرم شکر در ۱۰۰ گرم چغندرقند)، مقدار پتاسیم (K) و سدیم (Na) ریشه به‌روش فلیم فوتومتری و مقدار نیتروژن مضره (α-amino N) به‌روش عدد آبی (بر حسب میلی اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه) اندازه‌گیری شدند. جهت تخمین میزان قند ملاس (بر حسب گرم شکر در ۱۰۰ گرم چغندرقند)، عملکرد قند ناخالص (SY) و خالص (WSY) (بر حسب تن در هکتار)، درصد قند خالص (WSC) (بر حسب گرم شکر در ۱۰۰ گرم چغندرقند) و ضریب استحصال شکر (ECS) (بر حسب درصد شکر) و ضریب قلیائیت (Alc) از روابط زیر استفاده شد.

$$SY = SC \times RY \quad \text{(رابطه ۱)}$$

$$MS = 0.343\,(K+Na) + 0.094\,(\alpha\text{-amino N}) - 0.31 \quad \text{(رابطه ۲)}$$

$$WSC = SC - (MS + 0.6) \quad \text{(رابطه ۳)}$$

(Reinfeld *et al*., 1974)

$$WSY = WSC \times RY \quad \text{(رابطه ۴)}$$

(Cook and Scott, 1993)

$$ECS = \left(\frac{WSC}{SC}\right) \times 100 \quad \text{(رابطه ۵)}$$

$$Alc = \frac{K+Na}{\alpha - amino\ N} \quad \text{(رابطه ۶)}$$

همچنین ضریب تغییرات ژنوتیپی (GCV) و فنوتیپی (PCV) به‌ترتیب با استفاده از واریانس ژنوتیپی (σ_g^2) و واریانس

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-19]

[DOI: 10.61186/jcb.16.3.104]

فنوتیپی (σ^2_{ph}) و همچنین میانگین صفات ($\bar{x}$) و بر اساس روابط زیر محاسبه شدند (Azizi *et al*., 2017).

$$GCV = \frac{\sqrt{\sigma^2_g}}{\bar{x}} \times 100, \ (\sigma^2_g = \frac{MS_g - MS_e}{r}) \quad \text{(رابطه ۷)}$$

$$PCV = \frac{\sqrt{\sigma^2_{ph}}}{\bar{x}} \times 100, \ (\sigma^2_{ph} = \sigma^2_g + \sigma^2_e) \ (\sigma^2_e = MS_e) \quad \text{(رابطه ۸)}$$

در نهایت، برای ثبت داده‌ها، رسم نمودارها و انجام تبدیل‌های لازم برای صفت تعداد ریشه از نرم‌افزار Excel و برای تجزیه آن‌ها و محاسبات آماری از نرم‌افزار SAS نسخه 9.0 استفاده گردید.

نتایج و بحث

قبل از تجزیه داده‌ها، فرض نرمال بودن توزیع خطاهای آزمایشی بر اساس روش‌های کولموگراف–اسمیرنوف و شاپیروویلک مورد آزمون قرار گرفت که نتایج حاکی از نرمال بودن آن برای کلیه صفات مورد ارزیابی غیر از صفت درصد ریشه‌های آلوده بود که برای نرمال‌سازی آن از تبدیل لگاریتمی استفاده گردید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای کلیه صفات مورد بررسی نشان داد که اثر رقم بر کلیه صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد ($p\leq$۰/۰۱) معنی‌دار بود. به‌عبارتی، پاسخ ارقام از لحاظ صفات مورد ارزیابی متفاوت بوده است (جدول ۳). معنی‌دار بودن اختلاف بین ارقام دلالت بر تنوع زیاد میان آن‌ها به‌لحاظ صفات مورد بررسی می‌باشد.

بررسی ضرایب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی (جدول ۳) نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی به‌ترتیب مربوط به صفات درصد ریشه‌های آلوده به شته (به‌ترتیب ۴۶/۵۲ و ۴۶/۷۳) و ضریب استحصال شکر (به‌ترتیب ۴/۵۵ و ۴/۶۹) بود. همانطور که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود، برای اکثر صفات بین میزان ضرایب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی اختلاف چندانی مشاهده نمی‌گردد که نشان دهنده توجیه بخشی کمی از تغییرات این صفات توسط محیط و به‌عبارتی عدم تأثیرپذیری شدید این صفات از تغییرات محیطی می‌باشد. بنابراین انتخاب مواد گیاهی در برنامه‌های مختلف به‌نژادی بر اساس این صفات و از نظر فنوتیپی می‌توانند معیار مناسبی برای گزینش باشند (Azizi *et al*., 2017).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی

Table 3. The ANOVA results of assessed traits

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of square											
		RY	SC	Na	K	N	Alc	WSC	ECS	MS	SY	WSY	PIR
تکرار Rep.	3	8.7^{ns}	0.1^{ns}	0.01^{ns}	0.1^{ns}	0.003^{ns}	1.9^{ns}	0.07^{ns}	0.3^{ns}	0.01^{ns}	0.4^{ns}	0.2^{ns}	0.42^{ns}
رقم Cul.	7	149.9**	7.5**	1.7**	1.4**	0.06**	24.4**	10.1**	51.96**	0.26**	17.2**	15.8**	1140.2**
خطا Error	21	6.2	0.1	0.03	0.02	0.002	0.9	0.13	0.8	0.01	0.23	0.18	2.51
میانگین Mean	–	70.3	14.4	4.1	3.8	0.66	12.1	11.3	78.6	2.4	10.04	7.96	36.25
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)	ژنوتیپی Genotypic	8.52	9.44	15.76	15.46	18.24	20.03	13.97	4.55	10.42	20.52	24.82	46.52
	فنوتیپی Phenotypic	9.23	9.70	16.36	15.79	19.46	21.52	14.32	4.69	11.22	21.06	25.38	46.73

^{ns} و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

^{ns} and **: Non significant and significant at 0.01 probability level.

RY: عملکرد ریشه (تن در هکتار)؛ SC و WSC: درصد قند ناخالص و خالص؛ SY و WSY: عملکرد قند ناخالص و خالص (تن در هکتار)؛ Na، K و N: به‌ترتیب میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره ریشه (میلی اکی‌والان گرم در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه)؛ ECS: ضریب استحصال شکر (درصد)؛ MS: درصد قند ملاس؛ Alc: ضریب قلیائیت؛ PIR: درصد ریشه‌های آلوده.

RY: Root yield; SC and WSC: Sugar content and white sugar content; SY and WSY: Sugar yield and white sugar yield; Na, K and N: Root Sodium, Potassium and α-amino nitrogen content, respectively; ECS: Extraction coefficient of sugar; MS: Molasses sugar; Alc: Alkality; PIR: Percent of infected root.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین ارقام به‌روش دانکن برای کلیه صفات در جدول ۴ ارائه شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، بیشترین و کمترین مقدار صفت عملکرد ریشه به‌ترتیب مربوط به رقم خارجی BTS505 و رقم خارجی Palma به‌ترتیب با ۸۲/۳۵ و ۶۲/۸۱ تن در هکتار بود که در دو گروه مختلف آماری قرار گرفتند که البته اختلاف بین میانگین عملکرد ریشه رقم Palma با کمترین عملکرد ریشه با رقم داخلی شکوفا معمولی (۶۴/۴۱ تن در هکتار) معنی‌دار نبود. اختلاف بین رقم BTS505 به‌لحاظ این عملکرد ریشه با سایر ارقام مورد مطالعه معنی‌دار بود، در حالی‌که ارقام داخلی آسیا، دنا، شکوفا بیوپلیمر و نیکا به‌ترتیب با ۷۱/۰۷، ۶۹/۴۴، ۶۹/۳۷ و ۶۸/۳۰ تن در هکتار در یک گروه آماری قرار گرفتند و اختلاف بین آن‌ها به‌لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۴). به‌لحاظ صفت درصد قند ناخالص، بیشترین مقدار آن به رقم خارجی BTS505 (۱۶/۸۶ درصد) و کمترین آن به رقم خارجی Palma و رقم داخلی شکوفا معمولی (به‌ترتیب با ۱۲/۶۵ و ۱۳/۰۱ درصد) تعلق داشت (جدول ۴). اختلاف چندانی بین میانگین ارقام داخلی و خارجی به‌لحاظ صفات عملکرد ریشه (به‌ترتیب با ۶۹/۵۶ و ۷۲/۵۸ تن در هکتار) و درصد قند ناخالص (به‌ترتیب با ۱۴/۲۵ و ۱۴/۷۵ درصد) مشاهده نگردید که حاکی از پیشرفت ژنتیکی ارقام هیبرید جدید داخلی معرفی شده به‌لحاظ این دو صفت مهم و تأثیرگذار بر عملکرد نهایی قند می‌باشد. کمترین میزان سدیم ریشه در رقم خارجی BTS505 و سپس در رقم داخلی آسیا (به‌ترتیب ۲/۹۹ و ۳/۳۲ میلی اکی‌والان گرم در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه) و کمترین مقادیر پتاسیم و سدیم (به‌ترتیب ۲/۷۲ و ۰/۵۳ میلی اکی‌والان گرم در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه) به‌ترتیب در ارقام داخلی آرتا و دنا مشاهده گردید که حاکی از کاهش میزان ناخالصی‌های ریشه در ارقام هیبرید جدید

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-19]
[DOI: 10.61186/jcb.16.3.104]

داخلی بوده که در نهایت منجر به افزایش ضریب استحصال شکر و افزایش بهره‌وری اقتصادی این ارقام نیز خواهد شد. متوسط ضریب استحصال شکر برای ارقام داخلی و خارجی ۷۸/۶ درصد برآورد گردید که اختلاف بین میانگین ارقام داخلی و خارجی (به‌ترتیب ۷۸/۳ و ۷۹/۱ درصد) با ۱/۰۲ درصد تغییر معنی‌دار نبود (جدول ۴). بالاترین و کمترین عملکرد قند ناخالص به‌عنوان عملکرد نهایی محصول به‌ترتیب مربوط به ارقام خارجی BTS505 (۱۳/۸۹) و Palma (۷/۰۳ تن در هکتار) بود که مطابق انتظار این دو رقم به‌لحاظ عملکرد قند خالص (به‌ترتیب با ۱۱/۵۸ و ۵/۲۶ تن در هکتار) نیز در جایگاه اول و آخر قرار گرفتند. به‌لحاظ صفت عملکرد قند ناخالص، رقم آسیا با ۱۰/۶۰ تن در هکتار در یک گروه آماری و ارقام شکوفا بیوپلیمر و نیکا با ۹/۳۸ و ۹/۵۰ تن در هکتار نیز در گروه دیگر آماری قرار گرفتند. این در حالی است که رقم دنا با ۹/۹۴ تن در هکتار از لحاظ آماری در هر دو گروه مذکور قرار گرفت (جدول ۴). به‌لحاظ صفت درصد ریشه‌های آلوده به شته، ارقام مورد مطالعه در سه گروه مختلف آماری قرار گرفتند، به‌طوری‌که ارقام BTS505 و آسیا با کمترین درصد آلودگی در گروه اول (به‌عنوان ارقام مقاوم)، ارقام آرتا، دنا، شکوفا بیوپلیمر و نیکا با حد متوسط آلودگی در گروه دوم (به‌عنوان ارقام نیمه‌مقاوم یا متحمل) و دو رقم Palma و شکوفا معمولی در گروه سوم (به‌عنوان ارقام حساس) قرار گرفتند (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین ارقام مورد مطالعه به‌لحاظ صفات اندازه‌گیری شده به‌روش دانکن
Table 4. Comparison of the average of the studied cultivars in terms of measured traits by Duncan' method

PIR	WSY	SY	MS	ECS	WSC	Alc	N	K	Na	SC	RY	رقم Cultivar
11.72^{c}	8.58^{c}	10.60^{c}	2.24^{de}	80.98^{b}	12.08^{c}	10.92^{e}	0.67^{bc}	3.92^{bc}	3.32^{d}	14.91^{c}	71.07^{c}	آسیا Asia
39.48^{b}	9.60^{b}	11.61^{b}	2.08^{f}	82.72^{a}	12.86^{b}	10.42^{e}	0.66^{bc}	2.72^{e}	4.08^{c}	15.54^{b}	74.80^{b}	آرتا Arta
38.95^{b}	7.89^{d}	9.94^{cd}	2.36^{d}	79.30^{c}	11.35^{d}	14.57^{ab}	0.53^{e}	3.06^{d}	4.58^{b}	14.31^{d}	69.44^{c}	دنا Dena
55.95^{a}	6.19^{f}	8.39^{e}	2.82^{a}	73.71^{f}	9.59^{f}	12.95^{cd}	0.69^{b}	3.83^{c}	5.11^{a}	13.01^{e}	64.41^{d}	شکوفا Shokoofa
38.35^{b}	7.15^{e}	9.38^{d}	2.68^{ab}	76.27^{e}	10.56^{e}	15.28^{a}	0.56^{de}	4.49^{a}	4.08^{c}	13.84^{d}	69.37^{c}	شکوفا بیوپلیمر Biopolymer Shokoofa
40.38^{b}	7.38^{de}	9.50^{d}	2.51^{c}	77.62^{d}	10.80^{e}	11.79^{de}	0.68^{bc}	3.95^{bc}	4.08^{c}	13.91^{d}	68.30^{c}	نیکا Nika
54.25^{a}	5.26^{g}	7.03^{f}	2.59^{bc}	74.80^{f}	9.46^{f}	13.54^{bc}	0.62^{cd}	4.11^{b}	4.17^{c}	12.65^{e}	62.81^{d}	Palma
10.90^{c}	11.58^{a}	13.89^{a}	2.20^{ef}	83.40^{a}	14.06^{a}	7.69^{f}	0.92^{a}	4.06^{bc}	2.99^{e}	16.86^{a}	82.35^{a}	BTS505

حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین دو رقم به‌لحاظ صفت مورد نظر می‌باشد.
Similar letters indicating non-significant difference between the average of two cultivars in terms of the desired trait.
RY: عملکرد ریشه (تن در هکتار)؛ SC و WSC: درصد قند ناخالص و خالص؛ SY و WSY: عملکرد قند ناخالص و خالص (تن در هکتار)؛ Na، K و N: به‌ترتیب میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره ریشه (میلی اکی‌والان گرم در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه)؛ ECS: ضریب استحصال شکر (درصد)؛ MS: درصد قند ملاس؛ Alc: ضریب قلیائیت؛ PIR: درصد ریشه‌های آلوده.
RY: Root yield; SC and WSC: Sugar content and white sugar content; SY and WSY: Sugar yield and white sugar yield; Na, K and N: Sodium, Potassium and α-amino nitrogen, respectively; ECS: Extraction coefficient of sugar; MS: Molasses sugar; Alc: Alkality; PIR: Percent of infected root.

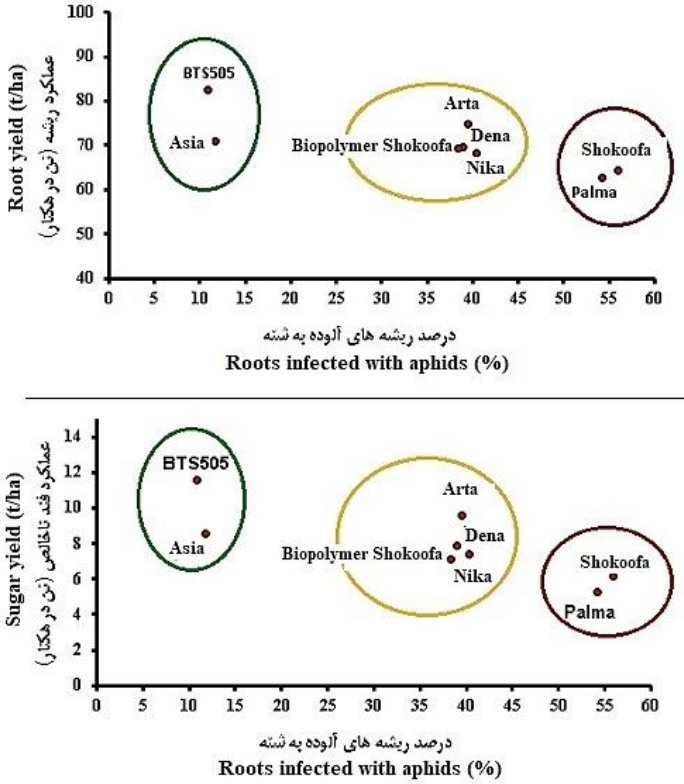
نتایج ارزیابی ارقام به‌لحاظ سطح مقاومت به شته ریشه و گروه‌بندی آن‌ها مطابق رویه استاندارد ارائه شده (Campbell and Hatchiosn, 1995) در جدول ۵ خلاصه و ارائه شده است. با توجه به اینکه در حال‌حاضر شته ریشه در بیشتر مناطق چغندرکاری کشور پراکندگی دارد، بنابراین بررسی حساسیت ژنوتیپ‌ها و ارقام چغندرقند، به‌خصوص در مورد ارقام جدید مورد تأکید می‌باشد. کاشت ارقام چغندرقند با مقاومت نسبی بالا در مناطق آلوده به این شته و اجتناب از کاشت ارقام حساس به‌همراه اجرای مدیریت صحیح آبیاری و جلوگیری از بروز تنش آبی، به‌عنوان یک راهکار عملی در مدیریت این آفت محسوب می‌گردد (Frolov, 2007; Mohseni *et al*., 2010).

جدول ۵- گروه‌بندی ارقام مورد مطالعه به لحاظ وضعیت مقاومت به شته ریشه چغندرقند
Table 5. Grouping of studied cultivars in terms of sugar beet root aphid resistance status

خصوصیت Characteristic	رتبه موردنظر Rank	درصد ریشه‌های چغندرقند آلوده به شته The percentage of sugar beet roots infected with aphids	رقم Cultivar
مقاوم Resistant	1	10.90±0.79	BTS505
مقاوم Resistant	1	11.72±0.58	آسیا Asia
نیمه مقاوم (متحمل) Semi resistant (Tolerant)	2	38.35±1.39	شکوفا بیوپلیمر Biopolymer Shokoofa
نیمه مقاوم (متحمل) Semi resistant (Tolerant)	2	38.95±1.09	دنا Dena
نیمه مقاوم (متحمل) Semi resistant (Tolerant)	2	39.48±2.52	آرتا Arta
نیمه مقاوم (متحمل) Semi resistant (Tolerant)	2	40.38±2.13	نیکا Nika
حساس Sensitive	3	54.25±0.85	Palma
حساس Sensitive	3	55.95±1.27	شکوفا Shokoofa

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-19]
[DOI: 10.61186/jcb.16.3.104]

جهت شناسایی ارقام با عملکرد ریشه و عملکرد قند ناخالص بالا و درصد ریشه‌های آلوده کمتر (ارقام با سطح مقاومت بالا)، از نمودار دو بعدی جهت گروه‌بندی آن‌ها استفاده شد که نتیجه آن در شکل ۱ ارائه شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، هردو صفت عملکرد ریشه و عملکرد قند ناخالص، ارقام BTS505 و آسیا با حداکثر عملکرد و مقاومت در گروه اول، ارقام آرتا، دنا، نیکا و شکوفا بیوپلیمر با عملکرد و سطح مقاومت متوسط در گروه دوم و ارقام Palma و شکوفا معمولی با عملکرد نسبتاً پایین و حساسیت نسبتاً بالا در یک گروه قرار گرفتند.



شکل ۱- نمودار دو بعدی جهت گروه‌بندی ارقام بر اساس درصد ریشه‌های آلوده به شته و عملکرد ریشه و عملکرد قند ناخالص (عملکرد نهایی)
Figure 1. Two-dimensional diagram for grouping cultivars based on the percentage of aphid-infected roots and root and sugar yield (final yield).

معنی‌داری اختلاف بین سه گروه به‌لحاظ کلیه صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از آزمون F و بر اساس طرح کاملاً تصادفی نامتعادل مورد آزمون قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف بین گروه‌های با سطوح مختلف مقاومت به شته ریشه، برای کلیه صفات غیر از صفت میزان پتاسیم ریشه در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱) (جدول ۶)، که حاکی از تأثیر آلودگی به این آفت بر سایر صفات مرتبط با عملکرد کمی و کیفی چغندرقند می‌باشد.

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی برای گروه‌های حاصل از ارزیابی سطح مقاومت آن‌ها
Table 6. The ANOVA results of assessed traits for the groups resulting from the evaluation of their resistance level

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)											
		RY	SC	Na	K	N	Alc	WSC	ECS	MS	SY	WSY	PIR
گروه Group	2	343.5**	18.69**	4.76**	0.72ns	0.09**	43.24**	25.13**	128.32**	0.48**	41.16**	38.04**	3982.6**
خطا Error	29	17.86	0.61	0.12	0.30	0.01	3.78	0.81	4.29	0.04	1.52	1.34	2.42
میانگین Mean	–	70.32	14.38	4.05	3.77	0.66	12.14	11.34	78.60	2.44	1.04	7.96	36.25
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)	–	6.01	5.43	8.53	14.63	14.10	16.02	7.94	2.64	8.06	12.27	14.57	4.29

^{ns} و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

^{ns} and **: Non significant and significant at 0.01 probability level

RY: عملکرد ریشه (تن در هکتار)؛ SC و WSC: درصد قند ناخالص و خالص؛ SY و WSY: عملکرد قند ناخالص و خالص (تن در هکتار)؛ Na، K و N: به‌ترتیب میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره ریشه (میلی اکی‌والان گرم در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه)؛ ECS: ضریب استحصال شکر (درصد)؛ MS: درصد قند ملاس؛ Alc: ضریب قلیائیت؛ PIR: درصد ریشه‌های آلوده.

RY: Root yield; SC and WSC: Sugar content and white sugar content; SY and WSY: Sugar yield and white sugar yield; Na, K and N: Root Sodium, Potassium and α-amino nitrogen content, respectively; ECS: Extraction coefficient of sugar; MS: Molasses sugar; Alc: Alkality; PIR: Percent of infected root.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-19]
[DOI: 10.61186/jcb.16.3.104]

در جدول ۷ نتایج حاصل از مقایسه میانگین سه گروه مقاوم، متحمل و حساس شناسایی شده به‌لحاظ صفات مورد ارزیابی ارائه شده است. مطابق انتظار بیشترین عملکرد ریشه (۷۶/۷۱ تن در هکتار)، درصد قند خالص و ناخالص (به‌ترتیب ۱۵/۸۹ و ۱۳/۰۷ درصد)، عملکرد قند خالص و ناخالص (به‌ترتیب ۱۲/۲۴ و ۱۰/۰۸ تن در هکتار) و ضریب استحصال شکر (۸۲/۱۹ درصد) به‌عنوان معیارهای اصلی عملکرد کمی و کیفی محصول چغندرقند در ارقام مقاوم (BTS505 و آسیا) و کمترین این مقادیر در گروه ارقام حساس (Palma و شکوفا معمولی) مشاهده گردید. بیشترین میزان کاهش ناشی از آلودگی ریشه‌ها به آفت شته در صفات عملکرد قند خالص و ناخالص، درصد قند خالص و ناخالص و عملکرد ریشه به‌ترتیب با ۴۳/۲۵، ۳۷/۰۱، ۲۷/۰۸، ۱۹/۲۶ و ۱۷/۰۸ درصد کاهش در ارقام حساس نسبت به ارقام مقاوم بود. در حالی‌که آلودگی به آفت موجب افزایش صفات میزان سدیم ریشه (۴۶/۸۴ درصد) و ضریب قلیائیت (۴۲/۳۶ درصد) ارقام حساس نسبت به ارقام مقاوم شده است. همچنین بر اساس نتایج به‌دست آمده، درصد ریشه‌های آلوده در ارقام حساس نسبت به ارقام مقاوم حدود ۳/۹ برابر بیشتر برآورد گردید (جدول ۷) که در نهایت منجر به کاهش صفات مرتبط با عملکرد کمی و کیفی و سپس کاهش بهره‌وری اقتصادی و بروز خسارت شده است. ضرابی (Zarrabi, 2007) عقیده دارد که خسارت شته *P. fuscicornis* به عملکرد وزن ریشه چغندرقند در ایران بر خلاف گونه *P. betae* در کانادا (Hutchison and Campbell, 1994) اقتصادی نیست. مطالعات پژوهشگر فوق در شمال اصفهان بر اساس شش مقیاس خسارت (۰–۵: بدون آلودگی؛ کمتر از ۲۵؛ ۲۵–۵۰؛ ۵۰–۷۰؛ ۷۰–۹۰؛ بیشتر از ۹۰ درصد آلودگی ریشه به کلنی‌ها و ترشحات مومی شته) نشان داد که در مقیاس‌های آلودگی یک تا سه (یعنی تا ۷۰ درصد آلودگی ریشه) کاهش قند در ریشه معنی‌دار نمی‌شود. اما در مقیاس چهار (بیش از ۷۰ درصد آلودگی ریشه) ممکن است خسارت اقتصادی باشد که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. سایر پژوهشگران مانند هاچیسون و کمپل (Hutchison and Campbell, 1994, 1995)، محسنی و همکاران (Mohseni *et al*., 2010) و محسنی امین (Mohseni Amin, 2018) نیز چنین نتایجی (کاهش صفات مرتبط با عملکرد کمی و کیفی ناشی از آلودگی ریشه به شته) را گزارش کردند.

جدول ۷– مقایسه میانگین گروه‌های حاصل از ارزیابی مقاومت ارقام مورد مطالعه به‌لحاظ صفات اندازه‌گیری شده به‌روش دانکن
Table 7. Comparing the average of the groups resulting from the cultivars resistance evaluation in terms of the measured traits by Duncan's method

رقم Cultivar	RY	SC	Na	K	N	Alc	WSC	ECS	MS	WSY	SY	PIR
گروه اول (مقاوم) First group (Resistant)	76.71^{a}	15.89^{a}	3.16^{c}	3.99^{a}	0.79^{a}	9.30^{b}	13.07^{a}	82.19^{a}	2.22^{c}	12.24^{a}	10.08^{a}	11.31^{c}
گروه دوم (متحمل) Second group (Tolerant)	70.48^{b}	14.40^{b}	4.21^{b}	3.56^{a}	0.61^{b}	13.02^{a}	11.39^{b}	78.98^{b}	2.41^{b}	10.11^{b}	8.01^{b}	39.29^{b}
گروه سوم (حساس) Third group (Sensitive)	63.61^{c}	12.83^{c}	4.64^{a}	3.97^{a}	0.65^{b}	13.24^{a}	9.53^{c}	74.25^{c}	2.70^{a}	7.71^{c}	5.72^{c}	55.10^{a}
درصد تغییرات حساس نسبت به مقاوم Changes sensitive to resistant (%)	-17.08	-19.26	+46.84	-0.50	-17.72	+42.36	-27.08	-9.66	+21.62	-37.01	-43.25	+387.18

حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین دو رقم به‌لحاظ صفت موردنظر می‌باشد.
Similar letters indicating non-significant difference between the average of two cultivars in terms of the desired trait.
RY: عملکرد ریشه (تن در هکتار)؛ SC و WSC: درصد قند ناخالص و خالص؛ SY و WSY: عملکرد قند ناخالص و خالص (تن در هکتار)؛ Na، K و N: به‌ترتیب میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره ریشه (میلی اکی‌والان گرم در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه)؛ ECS: ضریب استحصال شکر (درصد)؛ MS: درصد قند ملاس؛ Alc: ضریب قلیائیت؛ PIR: درصد ریشه‌های آلوده.
RY: Root yield; SC and WSC: Sugar content and white sugar content; SY and WSY: Sugar yield and white sugar yield; Root Na, K and N: Root Sodium, Potassium and α-amino nitrogen content, respectively; ECS: Extraction coefficient of sugar; MS: Molasses sugar; Alc: Alkality; PIR: Percent of infected root.

نتیجه‌گیری

با توجه به تغییرات آب و هوایی و عدم مدیریت‌های صحیح زراعی (قبل از کاشت تا پس از برداشت)، زمینه شیوع آفت شته ریشه در بیشتر مناطق چغندرکاری کشور و مخصوصاً استان آذربایجان غربی با دارا بودن بیشترین سطح زیر کشت و تولید محصول چغندرقند فراهم بوده و روز به‌روز نیز ممکن است بر دامنه آن افزوده شود. با توجه به ملاحظات زیست‌محیطی، بهداشتی و اقتصادی در جهت کاهش مصرف سموم شیمیایی برای کنترل این آفت و از طرفی عدم کارایی مناسب بسیاری از سموم موجود در بازار، استفاده از ارقام مقاوم و متحمل چغندرقند به این آفت می‌تواند به‌عنوان راهکار اصلی مدیریتی همواره مدنظر قرار گیرد. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، دو رقم BTS505 و آسیا به‌عنوان ارقام مقاوم به شته ریشه شناسایی شدند و از طرفی با توجه به مقاومت ژنتیکی آن‌ها به بیماری‌های ریزومانیا و نماتد، بنابراین می‌توانند برای کشت در بسیاری از مناطق چغندرکاری کشور مورد استفاده قرار گیرند. البته پیشنهاد می‌گردد ضمن مقایسه ارقام بیشتر و متنوع‌تر، این ارقام در سال‌ها و مکان‌های با شرایط اقلیمی متفاوتی نیز مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرند که در نهایت بتوان با اطمینان بیشتری نسبت به توصیه آن‌ها اقدام نمود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند به پاس تأمین هزینه اجرای پروژه و نیز از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی (مرکز آموزش میاندوآب) جهت پشتیبانی‌های اجرایی لازم تقدیر و تشکر به‌عمل می‌آید.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-19]
[DOI: 10.61186/jcb.16.3.104]

References

Agricultural statistics. (2022). Ministry of Agriculture Jihad (https://new-dpe.maj.ir/).

Ahmadi, A., Akhiani, A., & Hadjat, S.H. (1995). The first record of sugar beet root aphid from Esfahan, Iran. *The 1st Congress of Sugar Beet in Iran*. Esfahan, P: 40.

Anonymous. *Pemphigus fuscicornis* (Koch). Sugar Beet Root Aphid. (2007). Available in: *http://www.agroatlas.ru /en/content/ pests/Pemphigus_ fuscicornis/*.

Azizi, H., Aalami, A., Esfahani, M., & Ebadi, A. A. (2017). The study of correlation and path analysis of grain yield and its related traits in rice (*Oryza sativa* L.) varieties and lines. *Journal of Crop Breeding*, 9(21), 36-43. [In Persian]

Azizi, H., Pedram, A., & Fasahat, P. (2021). Identification of effective traits on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) root yield under natural infection conditions to rhizomania virus disease. *Journal of Crop Breeding*, 13(37), 197-204. [In Persian]

Campbell, C.D., & Hatchiosn, W.D. (1995). Sugar beet resistance to Minnesota population of sugar beet root aphid (Homoptera: Aphidiade). *Journal of Sugar Beet Research*, 32(1), 37-46.

Cook, D., & Scott, R. (1993). The sugar beet crop: science into practice. Champan and Hall Press. 675 p.

FAO. (2022). http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS [last visited on 23/12/2022].

Frolov, A.N. (2007). Pemphigus fuscicornis-Suger Beet Root Aphid. In: A.N. Afonin, S.L. Green, N. Dzyubenko, A.N. Forlov. Internactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Counties. Avaliable from URL: http://www.agroatlas.ru /en/content/ pests/Pemphigus_ fuscicornis/.

Hutchison, W.D., & Campbell, C.D. (1994). Economic Impact of sugar beet Root Aphid (Homoptera: Aphidiae) on sugar beet yield and quality in southern Minnesota. *Annales of Entomological Society of America*, 87(2), 465-475.

Hutchison, W.D., & Campbell, C.D. (1995). Sugar beet root aphid research in Minesota, 1990-1994: recommendations for future research. In: Proceeding 1994 Sugar beet research and extension reports. N. Dakota State University. Extension Service. NDSU. Fargo, 25, 175-177.

Mohseni, A., Rahnamaeian, M., & Ghaed Rahmati, M. (2010). Resistance to sugar beet root aphid, *Pemphigus fuscicornis* (Hem: Aphididae), in nine sugar beet genotypes at laboratory conditions. *Journal of Plant Protection*, 2(1), 25-34. [In Persian]

Mohseni Amin, A. (2018). Investigating the resistance of 12 sugar beet genotypes to root aphid and evaluating its effect on sugar content reduction in Dorothea cultivar. *Journal of Plant Protection*, 32(2), 215-220. [In Persian]

Pourrahim, R., Najafi, H., Farzadfar, Sh., Ardeh, M.J., Sheikholeslami, M., Fatemy, S., Ghasemi, A.Gh., & Arbabi, M. (2016). Sugar beet Handbook (Plant Protection). *Iranian Research Institute of Plant Protection Press*, P: 1.

Reinfeld, E., Emmerich, G., Baumgarten, C., & Beiss, U. (1974). Zur Voraussage des Melassez zuckersaus Ruben analysen Zucker. *Chapman & Hall*, World Crop Series, 2-5 pp.

Zarrabi, M. (2007). Effect of sugar beet root aphid, *Pemphigus fuscicornis* (Homoptera: Pemphigidae), on sugar beet yield and quality in Iran. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(19), 3462-3465.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-19]

[DOI: 10.61186/jcb.16.3.104]